

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**BEST AVAILABLE COPY**

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

<b>Aktenzeichen:</b>	102 55 994.5
<b>Anmeldetag:</b>	30. November 2002
<b>Anmelder/Inhaber:</b>	SMS Demag Aktiengesellschaft, Düsseldorf/DE
<b>Bezeichnung:</b>	Verfahren und Vorrichtung zur Schmelztauch- beschichtung eines Metallstranges
<b>IPC:</b>	C 23 C 2/24

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 23. Oktober 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
 Im Auftrag

Hoß

29.11.2002

gi.sr

40 516

SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Straße 4, 40237 Düsseldorf

**Verfahren und Vorrichtung zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges, insbesondere eines Stahlbandes, bei dem der Metallstrang vertikal durch einen das geschmolzene Beschichtungsmetall aufnehmenden Behälter und durch einen vorgeschalteten Führungskanal hindurchgeführt wird, wobei zum Zurückhalten des Beschichtungsmetalls im Behälter im Bereich des Führungskanals ein elektromagnetisches Feld mittels mindestens zwei beiderseits des Metallstranges angeordneter Induktoren erzeugt wird und wobei zum Stabilisieren des Metallstranges in einer mittigen Lage im Führungskanal ein sich dem elektromagnetischen Feld der Induktoren überlagerndes elektromagnetisches Feld mittels mindestens zwei beiderseits des Metallstranges angeordneter Zusatzspulen erzeugt wird. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges.

Klassische Metall-Tauchbeschichtungsanlagen für Metallbänder weisen einen wartungsintensiven Teil auf, nämlich das Beschichtungsgefäß mit der darin befindlichen Ausrüstung. Die Oberflächen der zu beschichtenden Metallbänder müssen vor der Beschichtung von Oxidresten gereinigt und für die Verbindung mit dem Beschichtungsmetall aktiviert werden. Aus diesem Grunde werden die Bandoberflächen vor der Beschichtung in Wärme процessen in einer reduzier-

den Atmosphäre behandelt. Da die Oxidschichten zuvor chemisch oder abrasiv entfernt werden, werden mit dem reduzierenden Wärmeprozess die Oberflächen so aktiviert, dass sie nach dem Wärmeprozess metallisch rein vorliegen.

Mit der Aktivierung der Bandoberfläche steigt aber die Affinität dieser Bandoberflächen für den umgebenden Luftsauerstoff. Um zu verhindern, dass Luftsauerstoff vor dem Beschichtungsprozess wieder an die Bandoberflächen gelangen kann, werden die Bänder in einem Tauchrüssel von oben in das Tauchbeschichtungsbad eingeführt. Da das Beschichtungsmetall in flüssiger Form vorliegt und man die Gravitation zusammen mit Abblasvorrichtungen zur Einstellung der Beschichtungsdicke nutzen möchte, die nachfolgenden Prozesse jedoch eine Bandberührung bis zur vollständigen Erstarrung des Beschichtungsmetalls verbieten, muss das Band im Beschichtungsgefäß in senkrechte Richtung umgelenkt werden. Das geschieht mit einer Rolle, die im flüssigen Metall läuft. Durch das flüssige Beschichtungsmetall unterliegt diese Rolle einem starken Verschleiß und ist Ursache von Stillständen und damit Ausfällen im Produktionsbetrieb.

Durch die gewünschten geringen Auflagedicken des Beschichtungsmetalls, die sich im Mikrometerbereich bewegen können, werden hohe Anforderungen an die Qualität der Bandoberfläche gestellt. Das bedeutet, dass auch die Oberflächen der bandführenden Rollen von hoher Qualität sein müssen. Störungen an diesen Oberflächen führen im allgemeinen zu Schäden an der Bandoberfläche. Dies ist ein weiterer Grund für häufige Stillstände der Anlage.

Um die Probleme zu vermeiden, die im Zusammenhang mit den im flüssigen Beschichtungsmetall laufenden Rollen stehen, hat es Ansätze dazu gegeben, ein nach unten offenes Beschichtungsgefäß einzusetzen, das in seinem unteren Bereich einen Führungskanal zur vertikalen Banddurchführung nach oben aufweist und zur Abdichtung einen elektromagnetischen Verschluss einzusetzen. Es handelt sich hierbei um elektromagnetische Induktoren, die mit zurückdrängenden,

pumpenden bzw. einschnürenden elektromagnetischen Wechsel- bzw. Wanderfeldern arbeiten, die das Beschichtungsgefäß nach unten abdichten.

Eine solche Lösung ist beispielsweise aus der EP 0 673 444 B1 bekannt. Einen elektromagnetischen Verschluss zur Abdichtung des Beschichtungsgefäßes nach unten setzt auch die Lösung gemäß der WO 96/03533 bzw. diejenige gemäß der JP 5086446 ein.

Die Beschichtung von nicht ferromagnetischen Metallbändern wird damit zwar möglich, jedoch treten bei den im wesentlichen ferromagnetischen Stahlbändern damit Probleme auf, dass diese in den elektromagnetischen Abdichtungen durch den Ferromagnetismus an die Kanalwände gezogen werden und die Bandoberfläche dadurch beschädigt wird. Weiterhin ist es problematisch, dass das Beschichtungsmetall und das Metallband selber durch die induktiven Felder unzulässig erwärmt werden.

Bei der Lage des durchlaufenden ferromagnetischen Stahlbandes durch den Führungskanal zwischen zwei Wanderfeldinduktoren handelt es sich um ein instabiles Gleichgewicht. Nur in der Mitte des Führungskanals ist die Summe der auf das Band wirkenden magnetischen Anziehungskräfte Null. Sobald das Stahlband aus seiner Mittenlage ausgelenkt wird, gerät es näher an einen der beiden Induktoren, während es sich vom anderen Induktor entfernt. Ursachen für eine solche Auslenkung können einfache Planlagefehler des Bandes sein. Zu nennen wären dabei jegliche Art von Bandwellen in Laufrichtung, gesehen über die Breite des Bandes (Centerbuckles, Quarterbuckles, Randwellen, Flattern, Verdrehen, Crossbow, S-Form etc.). Die magnetische Induktion, die für die magnetische Anziehungskraft verantwortlich ist, nimmt gemäß einer Exponentialfunktion mit dem Abstand vom Induktor in ihrer Feldstärke ab. In ähnlicher Weise nimmt daher die Anziehungs- kraft mit dem Quadrat der Induktionsfeldstärke mit wachsendem Abstand vom Induktor ab. Für das ausgelenkte Band bedeutet das, dass mit der Auslenkung in

die eine Richtung die Anziehungskraft zum einen Induktor exponentiell ansteigt, während die rückholende Kraft vom anderen Induktor exponentiell abnimmt. Beide Effekte verstärken sich von selbst, so dass das Gleichgewicht instabil ist.

Zur Lösung dieses Problems, also zur genauen Lageregelung des Metallstrangs im Führungskanal, geben die DE 195 35 854 A1 und die DE 100 14 867 A1 Hinweise. Gemäß den dort offenbarten Konzepten ist vorgesehen, dass neben den Spulen zur Erzeugung des elektromagnetischen Wanderfeldes zusätzliche Zusatzspulen vorgesehen sind, die mit einem Regelungssystem in Verbindung stehen und dafür Sorge tragen, dass das Metallband beim Abweichen von der Mittellage in diese wieder zurückgeholt wird.

Bei diesen vorbekannten Lösungsansätzen hat es sich als nachteilig herausgestellt, dass die Effizienz der Regelung nicht ausreicht, um eine stabile Führung des Metallstranges in der Mitte des Führungskanals sicherzustellen. Problematisch kann in diesem Zusammenhang die große Abspannlänge zwischen der unteren Umlenkrolle unter dem Führungskanal und der oberen Umlenkrolle über dem Beschichtungsbad sein, der in einer Produktionsanlage deutlich über 20 m liegen kann. Dies verstärkt die Notwendigkeit einer effizienten Positionsregelung des Metallbandes im Führungskanal.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine zugehörige Vorrichtung zum Schmelztauchbeschichten eines Metallstranges zu schaffen, mit dem bzw. mit der es möglich ist, die genannten Nachteile zu überwinden. Die Effizienz der Regelung soll also verbessert werden, wodurch es in einfacherer Weise möglich werden soll, den Metallstrang mittig im Führungskanal zu halten.

Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist verfahrensgemäß dadurch gekennzeichnet, dass die Stabilisierung der mittigen Lage des Metallstranges im

Führungskanal durch die Abfolge der folgenden Schritte in einem geschlossenen Regelkreis erfolgt:

- a) Messen der Lage des Metallstranges im Führungskanal;
- b) Messen des Induktionsstroms in den Induktoren;
- c) Messen des Induktionsstroms in den Zusatzspulen;
- d) Einwirken auf den Induktionsstrom in den Zusatzspulen in Abhängigkeit aller in den Schritten a) bis c) gemessenen Parameter, um den Metallstrang in einer mittigen Lage im Führungskanal zu halten.

Das Erfindungskonzept stellt also darauf ab, dass die drei Größen Lage des Metallstranges im Führungskanal, Induktionsstrom in den Induktoren und Induktionsstrom in den Zusatzspulen erfasst und bei der Regelung der Lage des Metallstrangs berücksichtigt werden; die Stellgröße des Regelkreises ist dann wiederum der Induktionsstrom in den Zusatzspulen.

Mit dieser Vorgehensweise ist es möglich, sowohl das durch die Induktoren (Hauptspulen) selber erzeugte Magnetfeld als auch das durch die Zusatzspulen hervorgerufene überlagerte magnetische Feld bei der Regelung zu berücksichtigen, so dass sich insgesamt eine Verbesserung der Effizienz der Regelung ergibt.

Eine erste Weiterbildung stellt darauf ab, dass das zur Abdichtung erzeugte elektromagnetische Feld ein mehrphasiges Wanderfeld ist, das durch Anlegen eines Wechselstroms mit einer Frequenz zwischen 2 Hz und 2 kHz erzeugt wird. Alternativ kann auch ein einphasiges Wechselfeld vorgesehen werden, das durch Anlegen eines Wechselstroms mit einer Frequenz zwischen 2 kHz und 10 kHz erzeugt wird.

Besonders bevorzugt erfolgt die Ermittlung der Lage des Metallstranges im Führungskanal induktiv.

Um eine möglichst exakte Aufnahme der Bandposition sicherzustellen, sieht eine Weiterbildung vor, dass die Ermittlung der Lage in einem Bereich des Führungskanals erfolgt, in dem keine oder nur eine abgeschwächte Wirkung des magnetischen Feldes der Induktoren und/oder des magnetischen Feldes der Zusatzspulen vorliegt. Alternativ dazu ist es aber auch möglich, dass diese Ermittlung in einem Bereich des Führungskanals erfolgt, in dem eine Wirkung dieser Magnetfelder vorliegt.

Das Messmittel (die Messspulen) zur Ermittlung der Lage des Metallstranges liegt also innerhalb oder außerhalb des Bereichs der elektromagnetischen Elemente, worunter sowohl der Induktor als auch die Zusatzspulen zu verstehen sind.

Möglich ist es insbesondere, dass das Messmittel im Bereich der Erstreckung des Induktors vor der Zusatzspule angeordnet ist, dass das Messmittel im Bereich der Erstreckung des Induktors neben der Zusatzspule angeordnet ist oder dass das Messmittel außerhalb des Bereichs der Erstreckung des Induktors angeordnet ist.

Auch Kombinationen dieser Anordnungen sind möglich.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Schmelzauchbeschichtung eines Metallstranges mit mindestens zwei beiderseits des Metallstranges im Bereich des Führungskanals angeordneten Induktoren zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes zum Zurückhalten des Beschichtungsmetalls im Behälter und mit mindestens zwei beiderseits des Metallstranges angeordneten Zusatzspulen zur Erzeugung eines sich dem elektromagnetischen Feld der Induktoren überlagernden elektromagnetischen Feldes zum Stabilisieren des Metallstranges in einer mittigen Lage im Führungskanal ist gekennzeichnet durch Messmittel zum Messen der La-

ge des Metallstrangs im Führungskanal, des Induktionsstroms in den Induktoren und des Induktionsstroms in den Zusatzspulen sowie durch Regelungsmittel, die zur Ansteuerung des Induktionsstroms in den Zusatzspulen in Abhängigkeit der gemessenen Parameter geeignet sind, um den Metallstrang in einer mittigen Lage im Führungskanal zu halten.

Mit Vorteil ist das Messmittel für die Erfassung der Lage des Metallstranges im Führungskanal ein induktiver Messaufnehmer.

Ferner kann vorgesehen werden, dass das Messmittel für die Erfassung der Lage des Metallstranges im Führungskanal in Förderrichtung des Metallstranges gesehen innerhalb der Erstreckung der Induktoren angeordnet ist. Genauso ist es aber auch möglich, dass das Messmittel außerhalb der Erstreckung der Induktoren angeordnet ist. In beiden Fällen ist es möglich, dass das Messmittel für die Erfassung der Lage des Metallstranges im Führungskanal in Förderrichtung des Metallstranges gesehen außerhalb der Erstreckung der Zusatzspulen angeordnet ist. Damit wird eine genaue Lageerfassung des Metallstranges sichergestellt.

Schließlich sieht eine Weiterbildung vor, dass mehrere Messmittel für die Erfassung der Lage des Metallstranges im Führungskanal an verschiedenen Stellen in Förderrichtung des Metallstranges gesehen angeordnet sind. Die einzelnen Messmittel können dabei sowohl innerhalb als auch außerhalb der magnetischen Felder von Induktor bzw. Zusatzspule angeordnet werden.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die einzige Figur zeigt schematisch eine Schmelztauch-Beschichtungsvorrichtung mit einem durch diese hindurch geführten Metallstrang.

Die Vorrichtung weist einen Behälter 3 auf, der mit schmelzflüssigem Beschichtungsmetall 2 gefüllt ist. Bei diesem kann es sich beispielsweise um Zink oder

Aluminium handeln. Der zu beschichtende Metallstrang 1 in Form eines Stahlbandes passiert den Behälter 3 in Förderrichtung R vertikal nach oben. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass es grundsätzlich auch möglich ist, dass der Metallstrang 1 den Behälter 3 von oben nach unten passiert. Zum Durchtritt des Metallstranges 1 durch den Behälter 3 ist dieser im Bodenbereich geöffnet; hier befindet sich ein übertrieben groß bzw. breit dargestellter Führungskanal 4.

Damit das schmelzflüssige Beschichtungsmetall 2 nicht durch den Führungskanal 4 nach unten abfließen kann, befinden sich beiderseits des Metallstranges 1 zwei elektromagnetische Induktoren 5, die ein magnetisches Feld erzeugen, das im flüssigen Beschichtungsmetall 2 Auftriebskräfte bewirkt, die der Schwerkraft des Beschichtungsmetalls 2 entgegenwirken und damit den Führungskanal 4 nach unten hin abdichten.

Bei den Induktoren 5 handelt es sich um zwei gegenüber angeordnete Wechselfeld- oder Wanderfeldinduktoren, die im Frequenzbereich von 2 Hz bis 10 kHz betrieben werden und ein elektromagnetisches Querfeld senkrecht zur Förderrichtung R aufbauen. Der bevorzugte Frequenzbereich für einphasige Systeme (Wechselfeldinduktoren) liegt zwischen 2 kHz und 10 kHz, der für mehrphasige Systeme (z. B. Wanderfeldinduktoren) zwischen 2 Hz und 2 kHz.

Ziel ist es, den sich im Führungskanal 4 befindlichen Metallstrang 1 so zu halten, dass er möglichst definiert in einer Position, bevorzugt in der Mittenebene 11 des Führungskanals 4, liegt.

Der sich zwischen den beiden gegenüberliegenden Induktoren 5 befindliche Metallstrang 1 wird im allgemeinen beim Anlegen eines elektromagnetischen Feldes zwischen den Induktoren 5 zu dem näher gelegenen Induktor angezogen, wobei die Anziehung mit Annäherung an einen Induktor anwächst, was zu einer hochgradig instabilen Bandmittenlage führt. Damit ergibt sich beim Betrieb der Vor-

richtung das Problem, dass der Metallstrang 1 aufgrund der Anziehungskraft der Induktoren 5 nicht frei und mittig durch den Führungskanal 4 zwischen den aktvierten Induktoren laufen kann.

Zur Stabilisierung des Metallstranges 1 in der Mittenebene 11 des Führungskanals 4 sind daher Zusatzspulen 6 beiderseits des Führungskanals 4 bzw. des Metallstranges 1 angeordnet. Diese werden von einem Regelungsmittel 10 so angesteuert, dass die Überlagerung der magnetischen Felder der Induktoren 5 und der Zusatzspulen 6 den Metallstrang 1 stets mittig im Führungskanal 4 hält.

Mittels der Zusatzspulen 6 kann also das magnetische Feld der Induktoren 5 je nach Ansteuerung verstärkt oder abgeschwächt werden (Superpositionsprinzip), ohne dabei die Abdichtbedingung zu verletzen (minimal erforderliche Feldstärke für die Abdichtung). Auf diese Weise kann auf die Lage des Metallstranges 1 im Führungskanal 4 Einfluss genommen werden.

Die Regelungsmittel 10 werden hierfür zunächst mit einem Signal  $s$ ,  $s'$  bzw.  $s''$  versorgt, das die Lage des Metallstranges 1 im Führungskanal 4 wiedergibt. Die Lage  $s$ ,  $s'$  bzw.  $s''$  wird durch Lagemessmittel 7,  $7'$  bzw.  $7''$  ermittelt, wobei es sich bei diesen um induktive Wegaufnehmer handelt. Die Ermittlung der Position des Metallstranges 1 zwischen den Induktoren 5 im elektromagnetischen Feld erfolgt also induktiv, wobei die Rückkopplungswirkung des Metallstranges 1 im magnetischen Feld genutzt wird.

Die Regelungsmittel 10 werden weiterhin mit den von Strommessmitteln 8 bzw. 9 ermittelten Induktionsströmen in den Induktoren 5 – Strom  $I_{\text{Ind}}$  – bzw. in den Zusatzspulen 6 – Strom  $I_{\text{Korr}}$  – versorgt.

Im Regelungsmittel 10 sind Algorithmen hinterlegt, die ausgehend von den drei Parametern Lage  $s$ ,  $s'$  bzw.  $s''$  des Metallstranges 1 im Führungskanal, Induktions-

strom  $I_{\text{Ind}}$  in den Induktoren 5 und Induktionsstrom  $I_{\text{Korr}}$  in den Zusatzspulen 6 ein neues Stellsignal in Form eines Induktionsstroms  $I_{\text{Korr}}$  an die Zusatzspulen 6 abgeben. Auf diese Weise wird die Lage des Metallstranges 1 im geschlossenen Regelkreis so gehalten, dass die Lageabweichungen des Metallstranges 1 von der Mittenebene 11 minimal werden, d. h. dass der Wert s, s' bzw. s'' möglichst Null wird.

Wie zu sehen ist, wird die Lage s, s' bzw. s'' des Metallstranges 1 im Führungska-nal 4 mittels der Lagemessmittel 7, 7' bzw. 7'' ermittelt, wobei die Lagemessmittel 7 - in Förderrichtung R betrachtet - oberhalb der Induktoren 5, die Lagemessmittel 7' unterhalb der Induktoren 5 und die Lagemessmittel 7'' im Bereich der Induktoren 5 positioniert sind. Vorliegend sind alle drei Lagemessmittel 7, 7' bzw. 7'' außerhalb des Bereichs der Zusatzspulen 6 angeordnet. Aus den mittels der Lage-messmittel 7, 7', 7'' gemessenen Werten kann im Regelungsmittel 10 ein Mittel-wert gebildet werden.

Da es sich bei den Lagemessmitteln 7, 7' bzw. 7'' um induktive Wegaufnehmer handelt, soll der Einfluss der magnetischen Felder, die durch die Induktoren 5 und die Zusatzspulen 6 hervorgerufen werden, möglichst gering bleiben. Dies wird durch die Anordnung der Lagemessmittel 7 bzw. 7' außerhalb der Erstreckung der Induktoren 5 sichergestellt. Allerdings kann - wie in der Figur zu sehen ist - ein Lagemessmittel (im vorliegenden Falle 7'') im Bereich der Induktoren 5 positioniert werden.

Wenngleich sich eine Positionierung der Lagemessmittel 7 bzw. 7' außerhalb der Wirkung der Zusatzspulen 6 bewährt hat, können diese also grundsätzlich auch im Wirkungsbereich der Induktoren 5 bzw. der Zusatzspulen 6 angeordnet werden.

**Bezugszeichenliste:**

40 516

- 1 Metallstrang (Stahlband)
  - 2 Beschichtungsmetall
  - 3 Behälter
  - 4 Führungskanal
  - 5 Induktor
  - 6 Zusatzspule
  - 7 Lagemessmittel
  - 7' Lagemessmittel
  - 7'' Lagemessmittel
  - 8 Strommessmittel
  - 9 Strommessmittel
  - 10 Regelungsmittel
  - 11 Mittenebene
- 
- s Lage des Metallstranges im Führungskanal
  - s' Lage des Metallstranges im Führungskanal
  - s'' Lage des Metallstranges im Führungskanal
  - $I_{\text{Ind}}$  Induktionsstrom im Induktor
  - $I_{\text{Korr}}$  Induktionsstrom in der Zusatzspule
  - R Förderrichtung

29.11.2002

gi.sr

40 516

SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Straße 4, 40237 Düsseldorf

### **Patentansprüche**

1. Verfahren zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges (1), insbesondere eines Stahlbandes, bei dem der Metallstrang (1) vertikal durch einen das geschmolzene Beschichtungsmetall (2) aufnehmenden Behälter (3) und durch einen vorgeschalteten Führungskanal (4) hindurchgeführt wird, wobei zum Zurückhalten des Beschichtungsmetalls (2) im Behälter (3) im Bereich des Führungskanals (4) ein elektromagnetisches Feld mittels mindestens zwei beiderseits des Metallstranges (1) angeordneter Induktoren (5) erzeugt wird und wobei zum Stabilisieren des Metallstranges (1) in einer mittigen Lage im Führungskanal (4) ein sich dem elektromagnetischen Feld der Induktoren (5) überlagerndes elektromagnetisches Feld mittels mindestens zwei beiderseits des Metallstranges (1) angeordneter Zusatzspulen (6) erzeugt wird,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
das die Stabilisierung der mittigen Lage des Metallstranges (1) im Führungskanal (4) durch die Abfolge der folgenden Schritte in einem geschlossenen Regelkreis erfolgt:
  - a) Messen der Lage ( $s, s', s''$ ) des Metallstranges (1) im Führungskanal (4);
  - b) Messen des Induktionsstroms ( $I_{Ind}$ ) in den Induktoren (5);

- c) Messen des Induktionsstroms ( $I_{Korr}$ ) in den Zusatzspulen (6);
  - d) Einwirken auf den Induktionsstrom ( $I_{Korr}$ ) in den Zusatzspulen (6) in Abhängigkeit aller in den Schritten a) bis c) gemessenen Parameter ( $s, I_{Ind}, I_{Korr}$ ), um den Metallstrang (1) in einer mittigen Lage im Führungskanal (4) zu halten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das elektromagnetische Feld ein mehrphasiges Wanderfeld ist, das durch Anlegen eines Wechselstroms mit einer Frequenz zwischen 2 Hz und 2 kHz erzeugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das elektromagnetische Feld ein einphasiges Wechselfeld ist, das durch Anlegen eines Wechselstroms mit einer Frequenz zwischen 2 kHz und 10 kHz erzeugt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung der Lage ( $s, s', s''$ ) des Metallstranges (1) im Führungskanal (4) induktiv erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung der Lage ( $s, s', s''$ ) in einem Bereich des Führungskanals (4) erfolgt, in dem keine oder nur eine abgeschwächte Wirkung des magnetischen Feldes der Induktoren (5) und/oder des magnetischen Feldes der Zusatzspulen (6) vorliegt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung der Lage ( $s, s', s''$ ) in einem Bereich des Führungskanals (4) erfolgt, in dem eine Wirkung des magnetischen Feldes der Induktoren (5) und/oder des magnetischen Feldes der Zusatzspulen (6) vorliegt.
7. Vorrichtung zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges (1), insbesondere eines Stahlbandes, in der der Metallstrang (1) vertikal durch einen das geschmolzene Beschichtungsmetall (2) aufnehmenden Behälter (3) und durch einen vorgeschalteten Führungskanal (4) hindurchgeführt wird, mit mindestens zwei beiderseits des Metallstranges (1) im Bereich des Führungskanals (4) angeordneten Induktoren (5) zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes zum Zurückhalten des Beschichtungsmetalls (2) im Behälter (3) und mit mindestens zwei beiderseits des Metallstranges (1) angeordneten Zusatzspulen (6) zur Erzeugung eines sich dem elektromagnetischen Feld der Induktoren (5) überlagernden elektromagnetischen Feldes zum Stabilisieren des Metallstranges (1) in einer mittigen Lage im Führungskanal (4),  
**gekennzeichnet durch**  
Messmittel (7, 7', 7'', 8, 9) zum Messen der Lage ( $s, s', s''$ ) des Metallstrangs (1) im Führungskanal (4), des Induktionsstroms ( $I_{Ind}$ ) in den Induktoren (5) und des Induktionsstroms ( $I_{Korr}$ ) in den Zusatzspulen (6) sowie durch Regelungsmittel (10), die zur Ansteuerung des Induktionsstroms ( $I_{Korr}$ ) in den Zusatzspulen (6) in Abhängigkeit der gemessenen Parameter ( $s, s', s'', I_{Ind}, I_{Korr}$ ) geeignet sind, um den Metallstrang (1) in einer mittigen Lage im Führungskanal (4) zu halten.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Messmittel (7, 7', 7'') für die Erfassung der Lage (s, s', s'') des Metallstranges (1) im Führungskanal (4) ein induktiver Messaufnehmer ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Messmittel (7, 7', 7'') für die Erfassung der Lage (s, s', s'') des Metallstranges (1) im Führungskanal (4) in Förderrichtung (R) des Metallstranges (1) gesehen innerhalb der Erstreckung der Induktoren (5) angeordnet ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Messmittel (7, 7', 7'') für die Erfassung der Lage (s, s', s'') des Metallstranges (1) im Führungskanal (4) in Förderrichtung (R) des Metallstranges (1) gesehen außerhalb der Erstreckung der Induktoren (5) angeordnet ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Messmittel (7, 7', 7'') für die Erfassung der Lage (s, s', s'') des Metallstranges (1) im Führungskanal (4) in Förderrichtung (R) des Metallstranges (1) gesehen außerhalb der Erstreckung der Zusatzspulen (6) angeordnet ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Messmittel (7, 7', 7'') für die Erfassung der Lage (s, s', s'') des Metallstranges (1) im Führungskanal (4) an verschiedenen Stellen in Förderrichtung (R) des Metallstranges (1) gesehen angeordnet sind.

29.11.2002

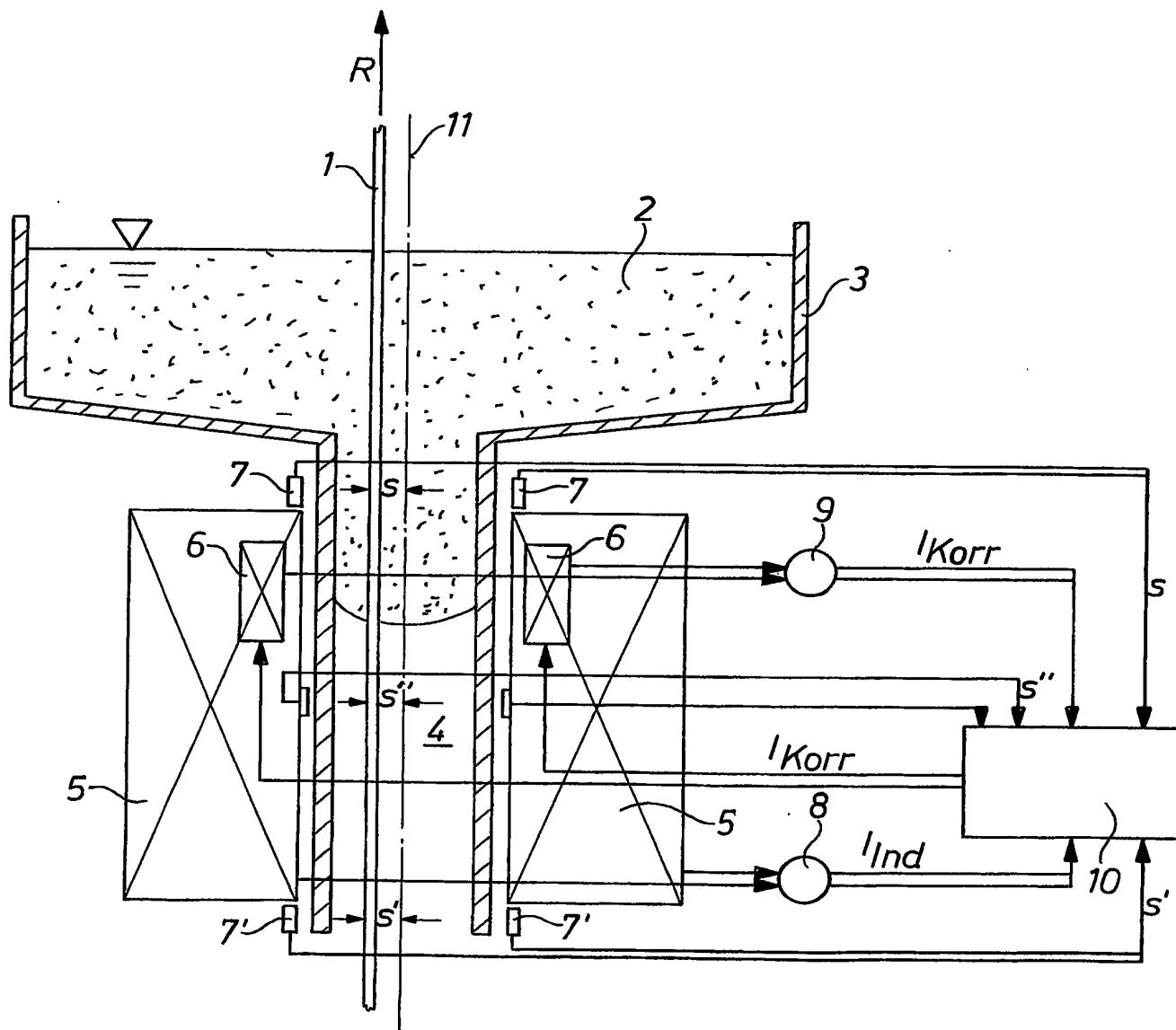
gi.sr

40 516

**Zusammenfassung:**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges (1), insbesondere eines Stahlbandes, bei dem der Metallstrang (1) vertikal durch einen das geschmolzene Beschichtungsmetall (2) aufnehmenden Behälter (3) und durch einen vorgeschalteten Führungskanal (4) hindurchgeführt wird, wobei zum Zurückhalten des Beschichtungsmetalls (2) im Behälter (3) im Bereich des Führungskanals (4) ein elektromagnetisches Feld mittels mindestens zwei beiderseits des Metallstranges (1) angeordneter Induktoren (5) erzeugt wird und wobei zum Stabilisieren des Metallstranges (1) in einer mittigen Lage im Führungskanal (4) ein sich dem elektromagnetischen Feld der Induktoren (5) überlagerndes elektromagnetisches Feld mittels mindestens zwei beiderseits des Metallstranges (1) angeordneter Zusatzspulen (6) erzeugt wird. Zur Verbesserung der Effizienz der Regelung des Metallstranges im Führungskanal ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Stabilisierung der mittigen Lage des Metallstranges (1) im Führungskanal (4) durch die Abfolge der folgenden Schritte in einem geschlossenen Regelkreis erfolgt: a) Messen der Lage ( $s, s', s''$ ) des Metallstrangs (1) im Führungskanal (4); b) Messen des Induktionsstroms ( $I_{Ind}$ ) in den Induktoren (5); c) Messen des Induktionsstroms ( $I_{Korr}$ ) in den Zusatzspulen (6); d) Einwirken auf den Induktionsstrom ( $I_{Korr}$ ) in den Zusatzspulen (6) in Abhängigkeit aller in den Schritten a) bis c) gemessenen Parameter ( $s, I_{Ind}, I_{Korr}$ ), um den Metallstrang (1) in einer mittigen Lage im Führungskanal (4) zu halten. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges.

(Fig.)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

**BLACK BORDERS**

**IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

**FADED TEXT OR DRAWING**

**BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

**SKEWED/SLANTED IMAGES**

**COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

**GRAY SCALE DOCUMENTS**

**LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

**REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

**OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**